

Ширинский К.И., студент
Иванов В.Ю. доц., канд. физ.-мат. наук

ПЕРЕНОС ЭНЕРГИИ В КРИСТАЛЛАХ Gd_2SiO_5 И $Gd_2SiO_5:Ce$ ПРИ РЕНТГЕНОВСКОМ И СЕЛЕКТИВНОМ ВУФ ВОЗБУЖДЕНИИ

Люминесцентные и временные свойства скинтиллирующих кристаллов Gd_2SiO_5 и $Gd_2SiO_5:Ce$ изучены при рентгеновском и селективном ВУФ возбуждениях. Для исследования каналов передачи энергии были измерены и проанализированы спектры люминесценции, возбуждения и кривые кинетики затухания люминесценции при $T = 8,7$ К и 295 К. Измерения выполнены с использованием синхротронного излучения на экспериментальных станциях SUPERLUMI (HASYLAB, DESY, Гамбург) и времяразрешенной люминесценции Сибирского центра синхротронного излучения (ИЯФ СО РАН, Новосибирск). Основные результаты представлены на рис. 1-5.

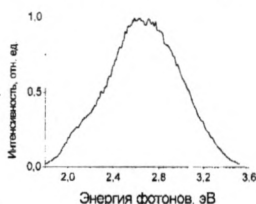


Рис.1. Спектр люминесценции Gd_2SiO_5 при возбуждении $E_{exc} = 6.5$ эВ. $T = 8.7$ К

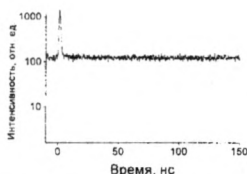


Рис.2. Кинетика люминесценции 2.7 эВ Gd_2SiO_5 при возбуждении $E_{exc} = 6.5$ эВ. $T = 8.7$ К

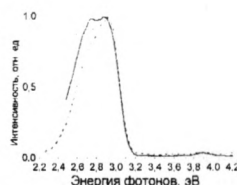


Рис. 3. Спектры люминесценции $Gd_2SiO_5:Ce$ при возбуждении $E_{exc} = 5.0$ эВ (1) и 6.6 эВ (2). $T = 8.7$ К



Рис.4. Спектры возбуждения люминесценции 2.9 эВ $Gd_2SiO_5:Ce$ при $T = 5.7$ и 295 К.

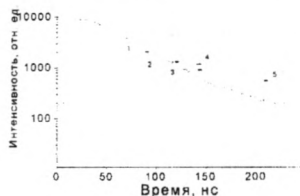


Рис.5. Кинетика люминесценции 2.9 эВ $Gd_2SiO_5:Ce$ при возбуждении $E_{exc} = 3-60$ кэВ при температурах: 1- 300 К, 2- 183 К, 3- 147 К, 4-103 К, 5-78 К

В нелегированных кристаллах Gd_2SiO_5 было обнаружено свечение с максимумом 2.7 эВ (рис.1), которое по совокупности признаков было отнесено к собственным свечениям матрицы. Наиболее распространенная модель подобных свечений в широкощелевых оксидах - излучательный распад автолокализованных экситонов (АЛЭ).

Кинетика данного свечения характеризуется быстрым и медленным компонентами (рис. 2). Вероятно, это связано с тем, что в кристаллах Gd_2SiO_5 , как и в других широкощелевых оксидах, существуют АЛЭ двух типов: один из видов АЛЭ формируется в результате рекомбинационной сборки свободных носителей заряда, второй – путем релаксации экситонов большого радиуса.

В легированных кристаллах центрами свечения являются ионы церия, причем существуют два цериевых центра, связанные со стабилизацией примеси в разных координациях. Основная полоса свечения $Gd_2SiO_5:Ce$ обусловлена релаксацией центров первого типа (рис. 3, кривая 1). Для центров второго типа характерно температурное тушение.

В спектре люминесценции кристалла с примесью при возбуждении энергией 6.6 эВ при низких температурах проявляется полоса свечения, которая может быть отнесена к свечению второго цериевого центра (рис.3, кривая 2). Вместе с этим в спектрах возбуждения люминесценции при этой температуре исчезает полоса в области 6.0 – 6.5 эВ (рис. 4). Подобные факты могут свидетельствовать о возникновении конкурентного низкотемпературного канала передачи энергии. Таким каналом может быть безизлучательный распад АЛЭ, имеющих значительное время жизни.

В связи с тем, что типичной границей существования АЛЭ в широкощелевых оксидах является температурный диапазон 150-200 К, при нагревании выше которого ситуация автолокализации не наблюдается, то в настоящей работе специально исследована кинетика примесного свечения 2.9 эВ при возбуждении рентгеновским излучением в температурном диапазоне 77-295 К. Установлено, что в диапазоне 150-200 К в кристаллах $Gd_2SiO_5:Ce$ имеется выраженная температурная зависимость стадий разгорания и тушения свечения (рис.5). Подобные процессы могут быть связаны с вероятным «размораживанием» АЛЭ при повышении температуры.

Настоящее исследование поддержано грантами программы Университеты России (УР.01.02.433) и CRDF (научно-образовательный центр “Перспективные материалы”, Rec.005 (ЕК-005-XI)).